

KOREAN PATENT ABSTRACTS XML 1(1-1)

Save



Please Click here to view the drawing

Korean FullDoc.



KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE

## KOREAN PATENT ABSTRACTS

(11)Publication number: 100265320 B1  
 (43)Date of publication of application: 13.06.2000

(21)Application number: 1019970047552

(22)Date of filing: 18.09.1997

(71)Applicant: KOREA ADVANCED INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

(72)Inventor: JANG, SUN HEUNG  
 JUNG, YONG HUN  
 YANG, SU HYEONG

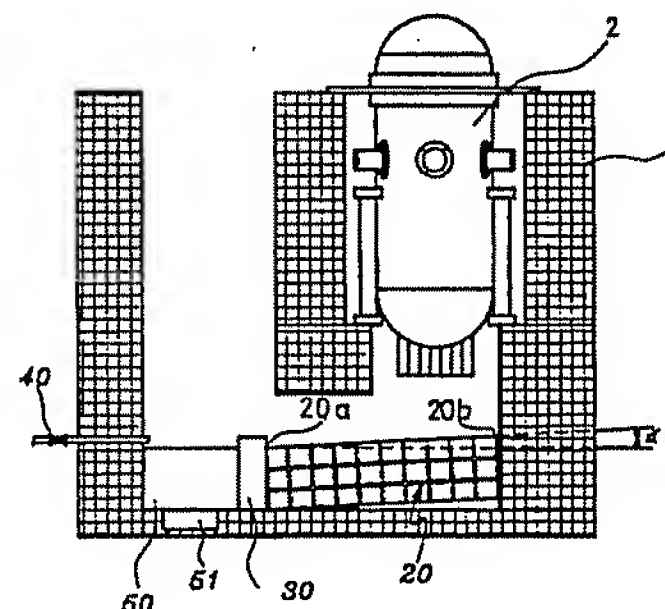
(51)Int. Cl. G21C 9 /016

(54) APPARATUS FOR RESTRAINING MELTED SUBSTANCE OF REACTOR CORE FROM BEING GENERATED IN NUCLEAR POWER STATION

(57) Abstract:

PURPOSE: An apparatus for restraining the melted substance of a reactor core from being generated in a nuclear power station is provided to safely cool the melted substance of a reactor core having a high temperature through the indirect cooling which is created by a plurality of coolant containing vessel disposed at the lower portion of the nuclear reactor. CONSTITUTION: The apparatus for restraining the melted substance of a reactor core from being generated in a nuclear power station comprises a

wall of defense(30) installed at an inner middle portion of a pressure containment building(1) in the nuclear reactor; and a plurality of coolant containing vessels(20) positioned at a lower portion of a pressure vessel(2) disposed in the pressure containment building(1). The coolant containing vessels (20) are installed at a plurality of stages between the wall of defense(30) and a joint wall(1) of the pressure containment building(1). The upper surface of the coolant containing vessels(20) is inclined downwards from the joint wall(1) to wall of defense(30). A coolant containing vessel(50) is formed at a position opposite to the coolant containing vessels(20).



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl. G21C 9/016		(45) 공고일자 (11) 등록번호 (24) 등록일자	2000년09월15일 10-0265320 2000년06월13일
(21) 출원번호	10-1997-0047552	(65) 공개번호	특1999-0025777
(22) 출원일자	1997년09월18일	(43) 공개일자	1999년04월06일
(73) 특허권자	한국과학기술원, 윤덕용 대한민국 305701 대전광역시 유성구 구성동 373-1		
(72) 발명자	장순홍 대한민국 305-033 대전광역시 유성구 어은동 99, 한빛아파트 101동 302호 정용훈 대한민국 305-038 대전광역시 유성구 구성동 373-1 양수형 대한민국 305-038 대전광역시 유성구 구성동 373-1		
(74) 대리인	전영일		
(77) 심사청구	심사관: 김형철		
(54) 출원명	원자력발전소의노심용융물억제장치		

요약

본 발명은 원자로의 하부에 경사지게 배치된 셀형식의 구조물인 (cell structure) 다수의 냉각수 보유통으로 원자로의 중대사고시에 발생하는 고온의 노심용융물을 간접적으로 억제시킬 수 있는 원자력발전소의 노심용융물 억제장치에 관한 것이다.

본 발명에 따르면, 원자력발전소의 중대사고시에 원자로 격납건물(1)의 내부에 배치된 압력용기(2)에서 원자로 노심이 용융되어 만들어진 고온의 노심용융물을 효과적으로 냉각시키기 위한 냉각수 저장조(5,5',50)를 포함하는 원자력발전소의 노심용융물 억제장치에 있어서,

상기 냉각수 저장조(50)의 한 측면을 형성하는 방어벽(30)과, 상기 방어벽(30)의 내측벽과 상기 격납건물(1)의 원자로 공동벽(1')에 둘러싸인 내부에서 다수의 단(22,24,26)을 형성하고 냉각수가 각각 채워진 셀형식의 다수의 냉각수 보유통(20)을 포함하며, 상기 냉각수 보유통(20)은 셀형식으로 분리된 상기 냉각수에 의해 상기 노심용융물의 고온의 열을 순차적으로 냉각시킬 수 있는 것을 특징으로 하는 원자력발전소의 노심용융물 억제장치가 제공된다.

대표도

도2

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 종래 기술에 따른 원자력발전소의 노심용융물 억제장치를 설명한 단면도.

도 2는 본 발명의 한 실시예에 따른 원자력발전소의 노심용융물 억제장치의 배치관계를 설명한 정면도.

도 3은 도 2에 도시된 원자력발전소의 노심용융물 억제장치의 중요부분을 설명한 평면도.

도 4는 도 2에 도시된 원자력발전소의 노심용융물 억제장치의 중요부분을 설명한 사시도.

♠ 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명 ♠

- 1 : 격납건물
- 2 : 압력용기
- 3 : 노심
- 20 : 냉각수 보유통
- 30 : 방어벽
- 40 : 냉각수 공급관
- 50 : 저장조
- 51 : 성프

## 발명의 상세한 설명

### 발명의 목적

#### 발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 원자력발전소의 노심용융물 억제장치에 관한 것이며, 특히, 원자력발전소의 중대사고시에 원자로 격납건물의 내부에 배치된 압력용기의 원자로 노심이 용융되어 상기 격납건물의 건전성을 위협하는 고온의 노심용융물을 효과적으로 냉각시키는 원자력발전소의 노심용융물 억제장치에 관한 것이다.

과거 체르노빌 사고 이후, 원자력을 이용하는 각국에서는 중대사고에 대한 다방면의 연구를 수행하여 왔다. 이러한 연구 결과에 의하면 원자력발전소의 중대사고시 발생하는 원자로 노심 용융물질(이하, 노심용융물)에 대하여 효과적인 냉각 수단이 제공되지 못하는 경우, 격납건물의 건전성을 위협하는 다양한 현상들이 발생할 수 있음을 파악하게 되었다.

여기에서 노심용융물이란 압력용기의 내부에 배치되어 있는 원자로 노심의 핵연료인 농축우라늄( $UO_2$ )과, 피복재로 사용되는 지르코늄(Zr)과, 제어봉 물질인 은과 카드뮴 및, 상기 원자로 압력용기를 구성하는 다수의 물질들이 혼합된 고온의 용융물질이다. 또한, 이런 노심용융물은 증기폭발과 격납건물 가압 및 격납건물 직접 가열등 다양한 메커니즘을 통해 격납건물의 건전성을 위협한다.

이러한, 노심용융물에 대한 적절한 냉각 방안으로는 직접적인 냉각수 공급이 가장 적절하지만, 밀폐된 공간의 격납건물 내부에서 고온의 노심용융물과 저온의 냉각수가 반응하는 경우 급격한 증기 생성이 발생하면서, 증기 폭발이 발생할 수 있기 때문에 냉각수 공급에 있어서도 상당한 논란이 계속되어 왔다.

따라서, 이런 노심용융물과 저온의 냉각수에 의한 증기폭발을 억제하기 위해서 간접적인 열 제거 방법의 연구가 활발하게 진행되고 있다.

종래기술에 따른 원자력발전소의 노심용융물 억제장치는 도 1에 도시된 바와 같이 통상의 원자력발전소 격납건물(1)의 내부의 바닥면에 배치된 코어캐처(10; core catcher)이다. 또한, 이런 코어캐처(10)의 주위에는 직접적으로 코어캐처(10)에 냉각수를 공급할 수 있는 배관부(7)를 구비하고 있으며, 채워져 있는 냉각수 및 격납건물(1) 내부의 압력을 제어할 수 있는 제어시설(도시안됨)을 구비한 냉각수 저장조(5,5')가 배치되어 있다. 이런 코어캐처(10)와 냉각수 저장조(5,5')의 상향으로 상기 격납건물(1)의 내부에는 원자로 노심(3)을 포함하는 압력용기(2)가 배치되어 있다.

이렇게 배치된 냉각수 저장조(5,5')에는 냉각수가 격납건물(1)의 외부로부터 공급될 수 있는 배관(도시안됨)이 형성되어 있으며, 격납건물(1)의 내부벽을 관통하여 상기 코어캐처(10)에 냉각수를 공급할 수 있게 다수의 세관(7a)이 형성되어 있다. 또한, 상기 격납건물(1)의 내부벽은 상기 압력용기(2)를 지지할 수 있게 형성되어 있다.

상기와 같이 배치된 코어캐처(10)는 고온의 온도를 갖는 노심용융물을 받아낼 수 있는 용기의 형상으로 형성되어 있으며, 그 내부에 열전달을 위한 다수의 차단벽(11)이 일체형으로 형성되어 있다. 또한, 이런 차단벽(11)을 포함하는 코어캐처(10)는 소정온도의 용융점을 갖는 재료로 형성되어 고온의 노심용융물을 받아 낼 경우 소정온도에서 녹으면서 노심용융물의 온도를 감소시킬 수 있게 구성되어 있다.

이렇게 구성된 코어캐처(10)는 격납건물(1)의 하면에서 소정높이를 형성하면서 고정되어 있으며, 이렇게 고정된 코어캐처(10)의 하면에는 냉각수가 채워진 소정공간이 형성된다.

아래에서, 앞서 설명한 바와 같이 격납건물(1)의 내부에 배치된 종래의 원자력발전소의 노심용융물 억제장치의 작동방법에 대해서 설명하겠다.

먼저, 원자력발전소의 중대사고시에는 노심(3)과 압력용기(2)에서 격납건물(1)을 파손시킬 수 있는 고온의 노심용융물이 발생되어 하방향으로 흘러내리기 시작한다. 이런 노심용융물은 종래의 원자력발전소의 노심용융물 억제장치인 코어캐처(10)의 상부로 떨어지며, 이런 코어캐처(10)의 다수의 벽(11)에 의해 그 내부에서 분리되어 고이게 된다. 이때, 고온의 노심용융물의 열전달은 먼저, 코어캐처(10)의 내부에 형성된 벽(11)과 바닥면에 전달되며, 다시 이런 바닥면을 감싸고 있는 하부에 형성된 공간의 냉각수로 전달된다. 또한, 압력제어가 가능한 냉각수 저장조(5,5')의 냉각수는 배관부(7)를 통하여 직접적으로 공급되기 때문에 고온의 노심용융물의 온도를 감소시킬 수 있게 된다. 이 과정에서 코어캐처(10)는 고온의 노심용융물에 의해서 녹아 내리게 되며, 이런 코어캐처(10)에 흘러내린 노심용융물은 하부에 형성된 공간의 냉각수와 냉각수 저장조(5,5')에서 직접적으로 공급되는 냉각수에 접촉하면서 노심용융물이 냉각된다.

그러나, 종래의 원자력발전소의 노심용융물 억제장치의 코어캐처는 용기식으로 형성되어 그 내부에 다수의 벽이 형성되어 노심용융물의 고온을 방열하면서 노아 내리기 때문에, 격납건물의 내부로 공급되는 냉각수와 직접적으로 접촉하게 되므로써 급격한 증기 생성이 발생되어 증기 폭발이 발생할 수 있는 단점이 있다.

또한, 이렇게 원자력발전소의 노심용융물 억제장치에 냉각수를 공급하기 위한 압력제어가 가능한 냉각수 저장조는 격납건물의 내부에서 복잡한 구조를 하고 있기 때문에 실제 운전중인 원전으로의 적용이 어려운 단점이 있다.

#### 발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명은 앞서 설명한 바와 같은 종래 기술의 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서, 원자로의 하부에 경사지게 배치된 셀형식의 구조물(cell structure)인 다수의 냉각수 보유통의 간접적인 열냉각으로 원자로의 중대사고시에 발생하는 고온의 노심용융물을 안전하게 냉각시킬 수 있는 원자력발전소의 노심용융물 억제장치를 제공하려는 것이다.

#### 발명의 구성 및 작용

앞서 설명한 바와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따르면, 원자력발전소의 중대사고시에 원자로 격납건물의 내부에 배치된 압력용기에서 원자로 노심이 용융되어 만들어진 고온의 노심용융물을 효과적으로 냉각시키기 위한 냉각수 저장조를 포함하는 원자력발전소의 노심용융물 억제장치에 있어서, 상기 냉각수 저장조의 한 측면을 형성하는 방어벽과, 상기 방어벽의 내측벽과 상기 격납건물의 원자로 공동벽에 둘러싸인 내부에서 다수의 단을 형성하고 냉각수가 각각 채워진 셀형식의 다수의 냉각수 보유통을 포함하며, 상기 냉각수 보유통은 셀형식으로 분리된 상기 냉각수에 의해 상기 노심용융물의 고온의 열을 순차적으로 냉각시킬 수 있는 것을 특징으로 하는 원자력발전소의 노심용융물 억제장치가 제공된다.



또한, 본 발명에 따르면, 상기 냉각수 보유통은 상기 압력용기의 하부에 배치되며 상기 노심용융물이 효과적으로 확산되어 상기 저장조의 냉각수에 의해 서서히 냉각될 수 있도록 상기 방어벽쪽으로 경사지게 형성되어 있는 것이 바람직하다.

아래에서, 본 발명에 따른 원자력발전소의 노심용융물 억제장치의 양호한 실시예를 첨부한 도면을 참조로 하여 상세히 설명하겠다.

도면에서, 도 2는 본 발명의 한 실시예에 따른 원자력발전소의 노심용융물 억제장치의 배치관계를 설명한 정면도이고, 도 3은 도 2에 도시된 원자력발전소의 노심용융물 억제장치의 중요부분을 설명한 평면도이다.

도 2 및 도 3에 있어서, 본 발명의 원자력발전소의 노심용융물 억제장치의 냉각수 보유통(20)은 상부에 배치된 압력용기(2)의 하방향으로 투영된 면적(2')보다 훨씬 큰 면적으로 격납건물(1)의 원자로 공동벽(1')에 둘러싸이게 배치되어 있다. 이렇게 배치된 냉각수 보유통(20)의 하경사면(20a)과 면접하는 방어벽(30)이 상기 냉각수 보유통(20)의 하경사면(2a)의 측면높이와 동일하게 배치되어 있다. 이런 방어벽(30)에 의해서 상기 격납건물(1)의 원자로 공동벽(1')에 의해 둘러싸인 곳에는 냉각수 저장조(50)가 배치되어 있다.

상기와 같이 배치된 냉각수 보유통(20)은 고온의 노심용융물의 냉각을 위한 냉각수를 담을 수 있는 다수의 직육면체형 통으로 형성되어 있다. 이런 냉각수 보유통(20)은 노심용융물의 간접적인 열전달이 이루어 질 수 있도록 상하 및 좌우의 입체적인 셀구조로 적층되게 구성되어 있다. 또한, 이런 냉각수 보유통(20)의 재질은 통상적으로 스테인레스강(stainless steel)과 같은 합금강이나 열적성능(heat capacity)이 뛰어난 그라파이트와 같은 탄소섬유이다.

또한, 이런 냉각수 보유통(20)이 배치되어 있는 격납건물(1)의 바닥면에는 수평면을 기준으로 소정크기(a)의 경사각을 유지할 수 있게 경사면이 형성되어 있다.

또한, 방어벽(30)은 고온의 노심용융물이 접촉할 경우에 용융될 수 있는 재질로, 상기 방어벽(30)의 용융시 냉각수 저장조(50)의 냉각수가 노심용융물이 퍼져있는 냉각수 보유통(20)쪽으로 이동될 수 있게 형성되어 있다.

또한, 냉각수 저장조(50)는 노심용융물의 후기 냉각을 위한 냉각수를 저장하는 곳으로 원자로 공동 선프(51 ; sump)가 바닥면에 형성되어 있다.

또한, 냉각수 공급관(40)은 상기 격납건물(1)에서 원자로 냉각을 위한 냉각수 공급시설의 배관(도시안됨)과 관통될 수 있게 형성되어 있다.

상기와 같이 형성된 다수의 적층된 냉각수 보유통(20)은 격납건물(1)의 소정각도(a)의 경사면의 상부에 다수의 단을 형성하면서 적층되게 쌓여진다. 이렇게 쌓여진 각각의 적층된 냉각수 보유통(20)은 압력용기(2)의 투영면(2')을 포함하는 상경사면(20b) 쪽이 상향으로 소정크기(a)의 경사각을 가질 수 있게 접합된다.

또한, 이런 냉각수 보유통(20)의 하경사면(20a)과 면접하게 배치된 방어벽(30)은 격납건물(1)의 바닥면에 고정되어 있으며, 이런 방어벽(30)과 격납건물(1)의 원자로 공동벽(1')에 의해서 형성된 냉각수 저장조(50)의 배치된 냉각수 공급관(40)은 자동제어가 가능하고, 통상의 원자로 공동으로 냉각수를 주입하기 위한 공급펌프(도시안됨)에 관통하게 격납건물(1)의 원자로 공동벽(1')에 결합되어 있다.

아래에서, 앞서 상세히 설명한 바와 같은 본 발명의 원자력발전소의 노심용융물 억제장치의 냉각방법에 대해서 설명하겠다.

먼저, 원자력발전소의 중대사고시에는 압력용기(2)에서 격납건물(1)을 파손시킬 수 있는 고온의 노심용융물이 발생되어 하방향으로 흘러내리기 시작한다. 이런 고온의 노심용융물은 본 발명의 원자력발전소의 노심용융물 억제장치인 냉각수 보유통(20)의 상부로 떨어지며, a크기의 경사각을 갖는 냉각수 보유통(20)의 상면에서 방어벽(30)쪽으로 확산된다.

이때, 고온의 노심용융물의 열전달은 다수의 냉각수 보유통(20)으로 이루어진 제1단의 냉각수 보유통(22)의 상면(21)에서 발생되며, 다시 제1단의 냉각수 보유통(22)의 냉각수로 전달되어 냉각수를 가열시킨다. 또한, 제1단의 냉각수 보유통(22)의 상면(21)은 고온의 노심용융물에 의해서 용융되며, 이런 제1단의 냉각수 보유통(22)의 내부의 냉각수와 노심용융물이 접촉하게 된다. 이러한 접촉을 통하여서 상기 노심용융물은 급냉하게 되며, 소정온도로 가열된 상기 냉각수와 상기 노심용융물의 상호반응으로 증기를 발생시킨다. 이때, 각각의 냉각수를 담고 있는 제1단의 냉각수 보유통(22)은 셀형식으로 내부의 냉각수가 분리되어 있기 때문에 상기 냉각수와 상기 노심용융물의 빠른 상호반응을 억제시켜 증기폭발을 막을 수 있다. 또한, 상기 제1단 냉각수 보유통(22)의 용융물질은 고온의 노심용융물과 결합되기 때문에 노심용융물에서 발생하는 열생성밀도를 줄어줄게 한다. 또한, 이렇게 결합된 제1단 냉각수 보유통(22)을 용융시켜 결합된 노심용융물은 제2단 냉각수 보유통(24)으로 이동하게 된다.

이렇게 이동하는 노심용융물의 열전달은 상기와 같은 방법으로 제2단 냉각수 보유통(24)의 상면(23)에서 이루어지며, 동시에 노심용융물이 제2단 냉각수 보유통(24)을 용융시키면서 제2단 냉각수 보유통(24)의 냉각수에서 이루어진다.

또한, 상기와 같은 열전달방법에 의해서 제3단 냉각수 보유통(26)에서 노심용융물의 냉각이 순차적으로 냉각된다.

또한, 이와 동시에 상기 제1단 내지 제3단 냉각수 보유통(22,24,26)을 용융시키면서 냉각되는 상기 노심용융물은 냉각수 보유통(20)의 하경사면(20a)쪽의 방어벽(30)을 녹이게 되어 냉각수 저장조(50)로 흘러들어 오며, 이와 동시에 냉각수 공급관(40)에서 공급된 냉각수에 의해 냉각된다.

## 발명의 효과

앞서 상세히 설명한 바와 같이 본 발명의 원자력발전소의 노심용융물 억제장치는 셀형식의 다수의 냉각수 보유통을 압력용기의 하부에 경사지게 배치하기 때문에, 설치가 용이하고 현재 운전중인 원자력발전소 및 신형 원자력발전소에 적용할 수 있는 장점이 있다.

또한, 본 발명의 원자력발전소의 노심용융물 억제장치는 고온의 노심용융물과 혼합되어 노심용융물에서 발생하는 열생성밀도를 낮게하여 효과적으로 냉각할 수 있는 장점이 있다.

또한, 셀형식으로 소량의 냉각수를 다수로 보유하는 냉각수 보유통은 냉각수와 고온의 노심용융물이 급격하게 반응하는 것을 억제시켜 증기폭발을 억제시킬 수 있는 장점이 있다.

이상에서 본 발명의 원자력발전소의 노심용융물 억제장치에 대한 기술사상을 첨부도면과 함께 서술하였지만 이는 본 발명의 가장 양호한 실시예를 예시적으로 설명한 것이지 본 발명을 한정하는 것은 아니다. 또한, 이 기술분야의 통상의 지식을 가진 자이면 누구나 본 발명의 기술사상의 범주를 이탈하지 않는 범위내에서 다양한 변형 및 모방이 가능함은 명백한 사실이다.

#### (57) 청구의 범위

##### 청구항 1.

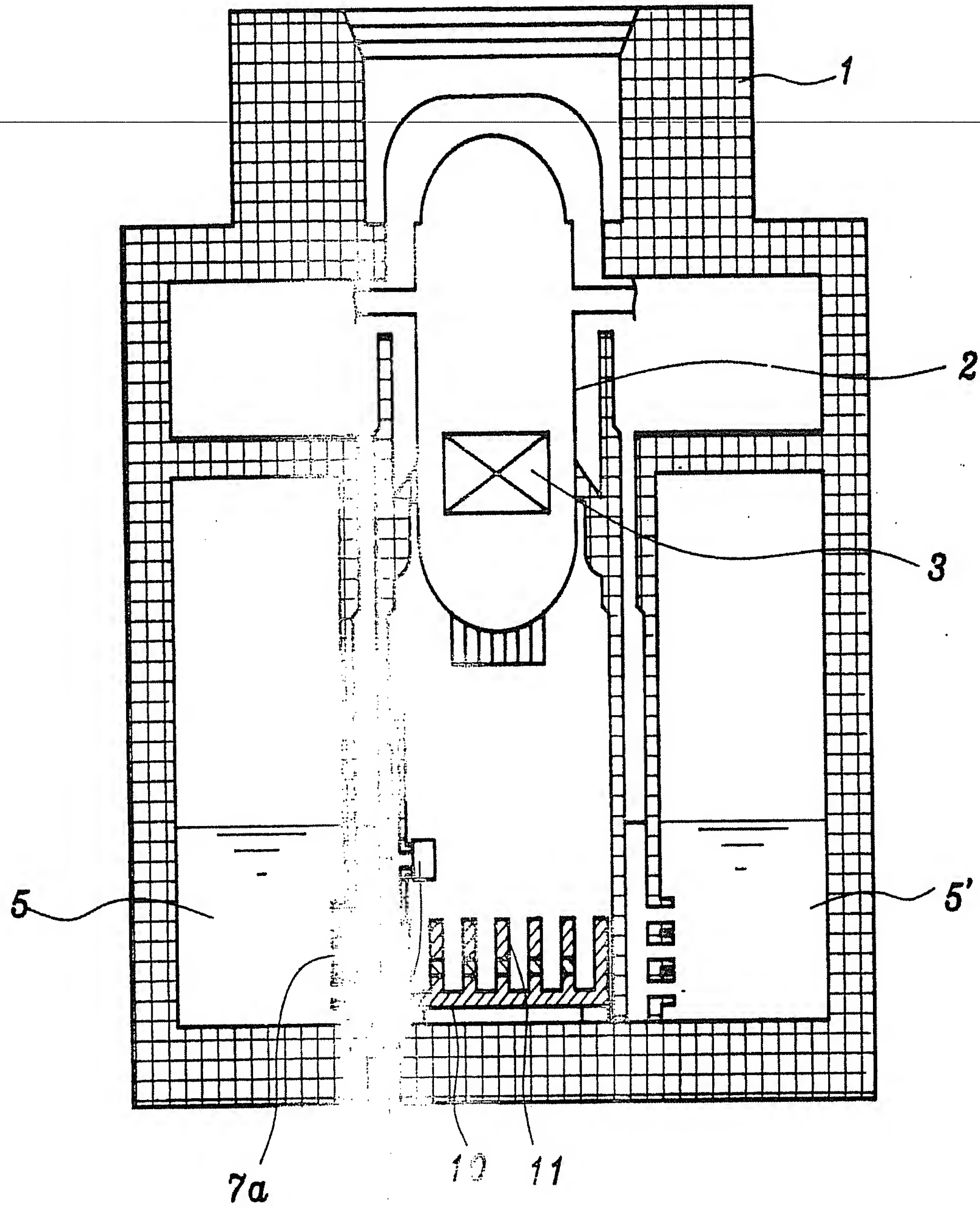
(정정) 원자력발전소의 중대사고시에 원자로 격납건물(1)의 내부에 배치된 압력용기(2)에서 원자로 노심이 용융되어 만들어진 고온의 노심용융물을 효과적으로 냉각시키기 위한 냉각수 저장조를 포함하는 원자력발전소의 노심용융물 억제장치에 있어서, 상기 원자로 격납건물(1)의 내부 밑면-중간부에 설치되는 방어벽(30)과, 상기 압력용기(2)의 하부에 위치하며, 상기 방어벽(30)과 상기 격납건물(1)의 원자로 공동벽(1') 사이에 다수의 단으로 적층되며 내부에는 냉각수가 채워진 다수의 냉각수 보유통(20)을 포함하고, 상기 적층된 냉각수 보유통(20)의 상면은 상기 원자로 공동벽(1')에서 상기 방어벽(30)쪽으로 점차 낮아지는 경사각을 가지며, 상기 방어벽(30)을 기준으로 상기 다수의 냉각수 보유통(20)이 위치한 반대쪽에는 냉각수가 채워진 냉각수 저장조(50)가 형성된 것을 특징으로 하는 원자력발전소의 노심용융물 억제장치.

##### 청구항 2.

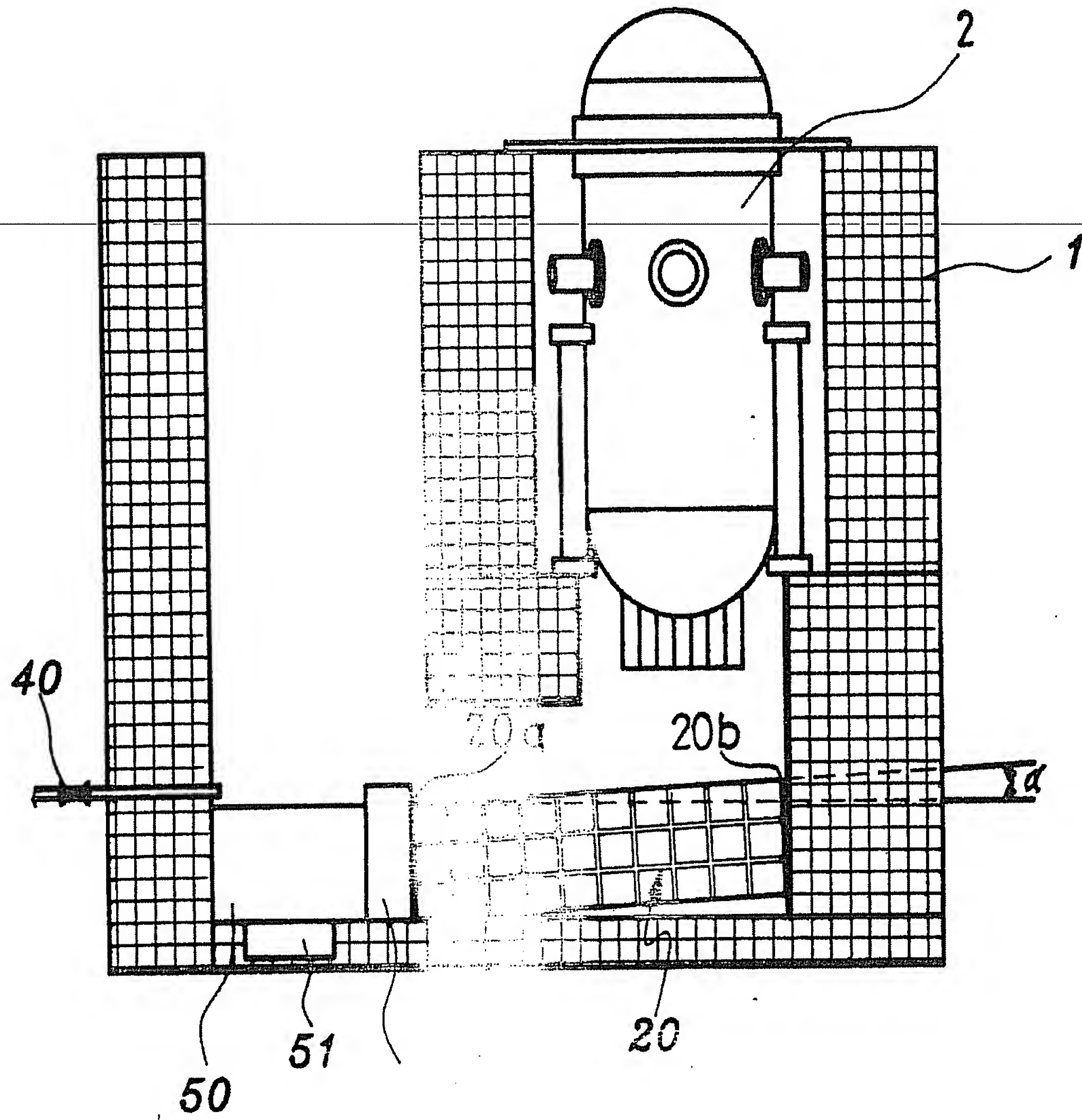
(정정) 제1항에 있어서, 상기 냉각수 보유통(20)은 직육면체 구조로서, 상기 직육면체의 내부에는 냉각수가 채워지고, 상기 압력용기(2)로부터 흘러 내린 노심용융물은 상기 냉각수 보유통(20)의 상면의 용융과 상기 냉각수 보유통(20) 내부의 냉각수와의 열교환을 통해 냉각되고, 상기 냉각수 보유통(20)의 경사진 상면을 따라 상기 냉각수 저장조(50)방향으로 흘러가면서 응고되는 것을 특징으로 하는 원자력발전소의 노심 용융물 억제장치.

도면

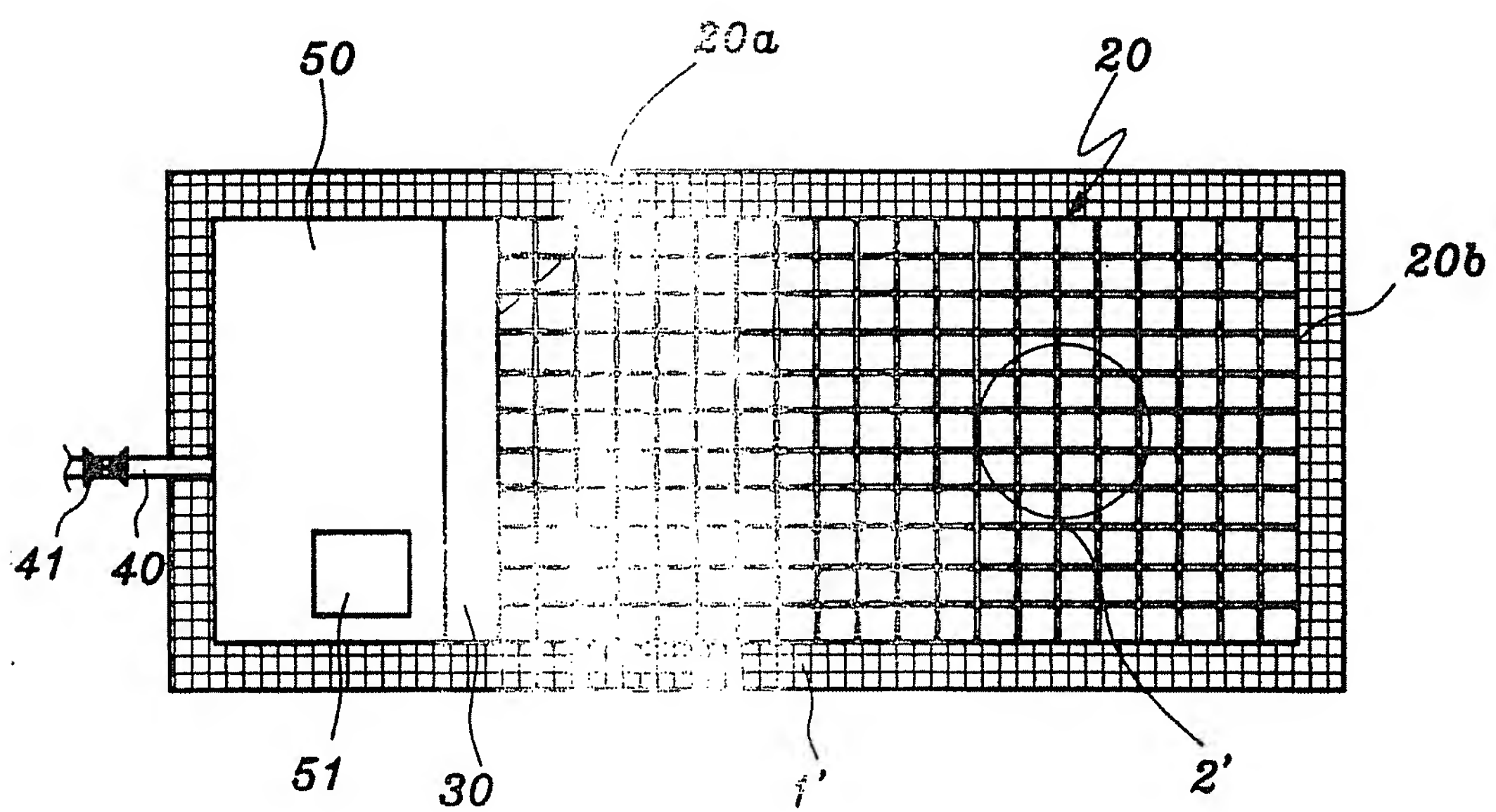
도면 1



도면 2



도면 3





도면 4

